

Foto: Douglas Lau



Reação de genótipos de trigo (*Triticum aestivum* L.) duplo propósito ao *Barley yellow dwarf virus* – PAV, agente causal do nanismo amarelo: análise de dados do ano de 2015

Douglas Lau¹

Paulo Roberto Valle da Silva Pereira²

Ricardo Lima de Castro³

Introdução

Entre as viroses que ocorrem em cereais de inverno, o nanismo amarelo, causado por espécies de *Barley yellow dwarf virus* (BYDV) e *Cereal yellow dwarf virus* (CYDV), é uma das principais. No Brasil, esta doença foi descrita pela primeira vez em 1968 (CAETANO,

1968), seguida de estudos de transmissão por espécies de afídeos e de quantificação dos danos provocados pela doença nas condições brasileiras (CAETANO, 1972). Nos anos 1970, a principal espécie vetora de BYDV para o trigo era *Metopolophium dirhodum* (Walker, 1849) (CAETANO, 1972). Atualmente, *Rhopalosiphum padi* (L. 1758) tem sido a espécie de afídeo vetora de B/CYDVs mais abundante na região

¹ Biólogo, Dr. em Agronomia/Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

² Engenheiro-agrônomo, Dr. em Ciências Biológicas/Entomologia, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

³ Engenheiro-agrônomo, Dr. em Genética e Melhoramento, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

sul-brasileira, e BYDV-PAV (eficientemente transmitida por *R. padi*) a espécie do vírus predominante em cereais de inverno nessa região (LAU et al., 2009, 2011; PARIZOTO et al., 2013; REBONATTO et al., 2015).

A reação de plantas a vírus pode ser dividida em resistência e tolerância. A resistência ocorre quando a planta hospedeira, por meio de mecanismos diversos, interfere em qualquer etapa do ciclo infeccioso retardando seu progresso. A tolerância ocorre quando a planta, mesmo sendo infectada pelo vírus, não sofre danos (COOPER; JONES, 1983). Na interação trigo-B/CYDVs, a tolerância parece ser um fenômeno mais comum, embora muitas avaliações realizadas a campo não permitam precisar qual dos dois fenômenos está envolvido (BURNETT et al., 1995). Para genótipos de trigo brasileiros, a tolerância ao vírus tem sido demonstrada (BARBIERI et al., 2001; BIANCHIN, 2008; CAETANO, 1972; CEZARE et al., 2011). A herdabilidade desta característica permite que seja incorporada em programas de melhoramento (BARBIERI et al., 2001).

No Brasil, o trigo de duplo propósito produz alimento de altíssimo valor nutritivo em época e regiões importantes para a pecuária e ainda produz grãos para alimentação humana (produção de forragem e grãos), gerando grandes benefícios ao sistema de produção. Dentre os benefícios, destaca-se a produção antecipada de forragem no outono e a cobertura do solo antecipada com a melhoria das propriedades química, física e biológica do solo, a promoção da conservação da biodiversidade, a diversificação de renda e redução de riscos, a melhora na ocupação de mão de obra no campo e a maior produtividade do rebanho. Ciente dessa importância, a Embrapa Trigo desenvolve programa de melhoramento genético específico para a geração de cultivares de trigo duplo propósito (CASTRO et al., 2015).

Em geral, os genótipos de trigo duplo propósito apresentam ciclo de desenvolvimento mais longo e seu plantio antecipado, em relação aos genótipos de trigo utilizados apenas para a produção de grãos, amplia a exposição das plantas às populações de afídeos, principalmente em épocas nas quais estas populações ainda são elevadas. Isto aumenta as chances de

transmissão de B/CYDV e da ocorrência de danos ao desenvolvimento das plantas, com redução da produção de massa foliar e da produtividade de grãos. Assim, especialmente para trigos com este propósito é importante caracterizar a reação ao complexo afídeo-vírus para estimar o grau de risco de seu uso. Neste contexto, objetivou-se determinar as reações ao BYDV-PAV de linhagens e cultivares de trigo pertencentes ao grupo duplo propósito do programa de melhoramento da Embrapa Trigo em 2015.

Material e Métodos

Material vegetal

Foram avaliados quatro genótipos de trigo no ensaio, sendo duas cultivares, BRS Tarumã (Century/BR35) e BRS 277 (OR 1/Coker 97.33), e duas linhagens, PF 010066 (Coker 80.33/BRS 194) e PF 060140 (BRS 194/PF 940266). Foram utilizadas quatro testemunhas padrão dos ensaios com BYDV (BRS Timbaúva e BR 35, como genótipos tolerantes, e Embrapa 16 e BR 14, como genótipos intolerantes).

Vetor e vírus

O vetor utilizado foi o afídeo *R. padi*. As colônias avirulíferas deste afídeo vêm sendo mantidas em câmara de crescimento do insetário da Embrapa Trigo desde dezembro de 2006. O isolado viral utilizado, denominado 40Rp, pertence a espécie BYDV-PAV. Este isolado, originário de aveia, foi coletado em Passo Fundo em julho de 2007, sendo mantido em câmara do insetário da Embrapa Trigo.

O inóculo foi multiplicado a partir de uma planta mantenedora do isolado viral. Para isto, indivíduos de *R. padi* foram utilizados na aquisição do vírus e inoculação de plantas de aveia. Após a inoculação, as plantas de aveia foram mantidas em telado para que se desenvolvessem multiplicando o vírus. A confirmação da infecção por BYDV-PAV foi realizada por meio de DAS-ELISA (antissoros Agdia Inc. Elkhart, USA).

Para a obtenção de colônias de afídeos de *R. padi* virulíferos, as plantas de aveia soropositivas foram transferidas para câmaras de criação de afídeos e aí mantidas até que a população atingisse níveis suficientes para se realizar a inoculação. No momento da inoculação, as plantas foram cortadas e fragmentos foliares com afídeos transferidos para as plantas a serem inoculadas.

Ensaio

O ensaio foi realizado em telado da Embrapa Trigo entre junho e novembro de 2015. Sementes das cultivares e linhagens de trigo foram semeadas em 03 de junho em baldes plásticos brancos com capacidade de 7 litros. Após a emergência das plantas foi realizado o desbaste deixando-se cinco plantas por vaso. Para cada genótipo de trigo, cinco vasos foram submetidos à inoculação por meio de infestação com *R. padi* virulíferos. A infestação foi realizada em compartimento anti-afídeo para o qual foram transferidos os vasos. Um conjunto de cinco vasos não submetido à inoculação, permaneceu no telado, e serviu como testemunha do padrão de desenvolvimento e do potencial produtivo do genótipo nas condições em que o ensaio foi conduzido. A inoculação foi realizada em 15 de junho quando as plantas apresentavam duas folhas expandidas. Para a inoculação, cada uma das plantas recebeu um fragmento de folha, com 10 pulgões, o qual foi posicionado na forquilha formada entre duas folhas. Dois dias após, foi realizada reinfestação nas plantas contendo menos de 10 pulgões. O período para a transmissão do vírus foi de uma semana, após o que foi aplicado inseticida diclorvós na dose 6 mL.L⁻¹ de água para eliminar os afídeos. Os vasos submetidos à inoculação foram transferidos para o telado e formados, para cada genótipo, cinco pares compostos por um vaso inoculado e um vaso não inoculado. Cada par foi distribuído aleatoriamente na área do telado.

Nitrogênio em cobertura foi aplicado na forma de ureia (2 g/vaso) no estágio de afilamento. Ao longo do ensaio, foram aplicados inseticidas e fungicidas recomendados para a cultura para evitar a ocorrência de insetos e de doenças (REUNIÃO..., 2014). A colheita ocorreu entre o final de outubro e início de novembro de 2015.

Avaliações

A avaliação visual dos sintomas foi realizada em 18 de agosto de 2015 (estádio de alongamento/ emborrachamento). A avaliação visual de sintomas foi realizada por comparação da estatura e massa da parte aérea, estimando-se a redução que o conjunto de plantas inoculadas apresentou em relação ao conjunto de plantas não inoculadas para cada um dos cinco pares de vasos de cada genótipo. Foram atribuídas notas de acordo com a seguinte escala: 1 = 0% a 20% de redução; 2 = 21% a 40% de redução; 3 = 41% a 60% de redução; 4 = 61% a 80% de redução e 5 = redução superior a 81%. Cada vaso foi colhido separadamente e determinado o peso total de grãos para cada unidade experimental (vaso). O dano causado por BYDV-PAV sobre a produtividade de grãos foi estimado para cada cultivar comparando-se o tratamento “Plantas Inoculadas” (I) com o tratamento “Plantas Não Inoculadas” (NI), estimando-se o dano percentual pela fórmula:

$$\text{Dano\%} = \left[\frac{(\text{Média NI} - \text{Média I})}{(\text{Média NI})} \right] * 100$$

Onde,

Média NI = média peso de grãos/vaso para o tratamento plantas não inoculadas

Média I = média peso de grãos/vaso para o tratamento plantas inoculadas

Resultados

A infecção viral alterou o desenvolvimento das plantas. Na fase de perfilhamento e alongamento, as plantas inoculadas com o vírus apresentaram redução da estatura e perfilhos com menor vigor (Figura 1). Nas fases subsequentes, ocorreu atraso no ciclo de desenvolvimento das plantas. Enquanto as plantas não inoculadas estavam, em sua maioria, no início do espigamento, as plantas inoculadas ainda estavam no alongamento (Figura 2). Uma exceção a este comportamento ocorreu para a linhagem PF 060140. Com ciclo diferente dos

embora os perfilhos apresentassem vigor menor. O espigamento não sofreu retardamento significativo e o número e tamanho das espigas das plantas inoculadas foi semelhante ao das plantas não inoculadas (Figura 2).



Fig. 1. Reação de genótipos de trigo ao BYDV-PAV, agente causal do nanismo amarelo. A) PF 010066. B) BRS Tarumã. C) BRS 277. D) PF 060140. Vasos à esquerda contêm plantas inoculadas e vasos à direita contêm plantas não inoculadas com o vírus. Imagens obtidas em 6 de agosto de 2015.

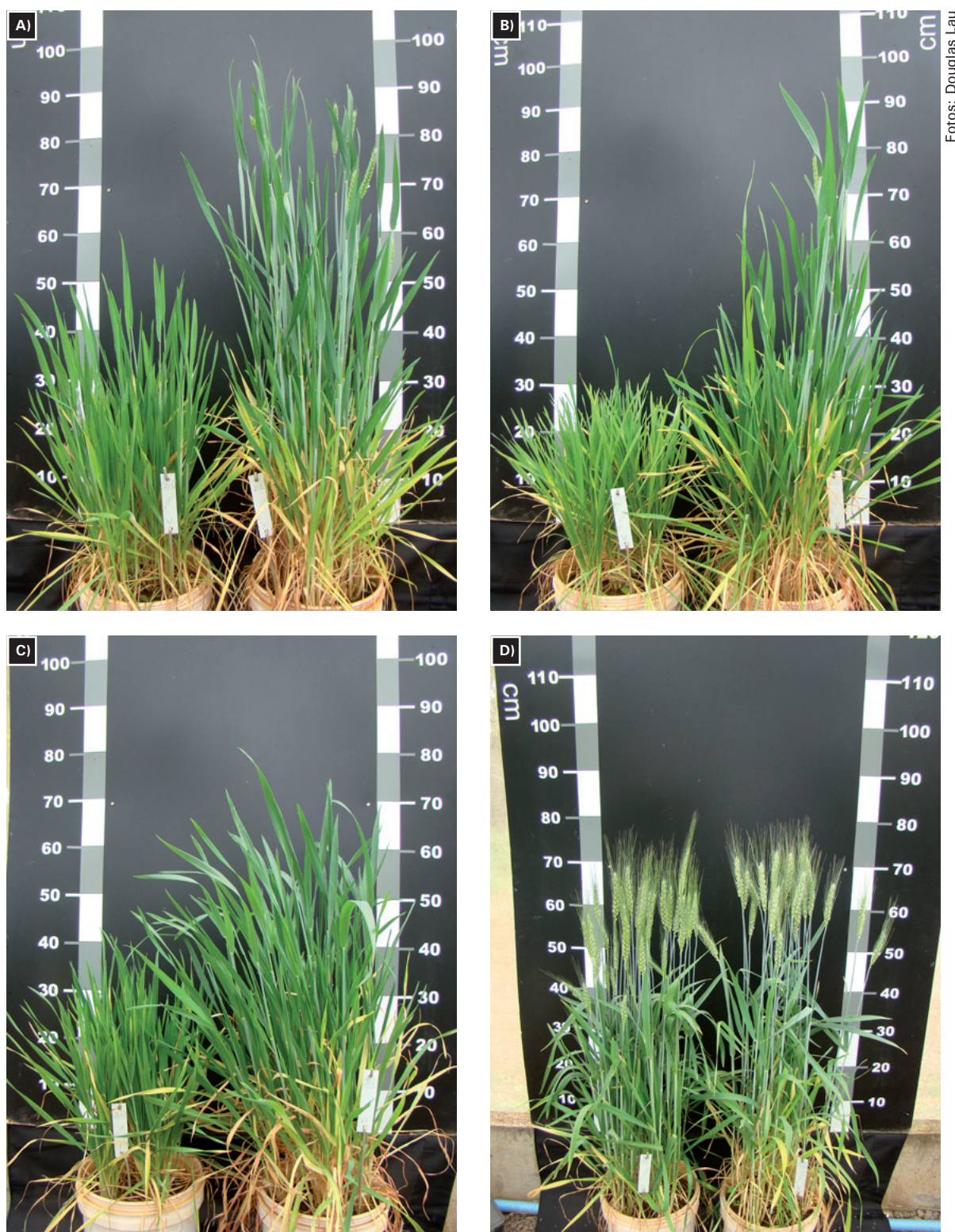


Fig. 2. Reação de genótipos de trigo ao BYDV-PAV, agente causal do nanismo amarelo. A) PF 010066, B) BRS Tarumã, C) BRS 277, D) PF 060140. Vasos à esquerda contêm plantas inoculadas e vasos à direita contêm plantas não inoculadas com o vírus. Imagens obtidas em 08 de setembro de 2015.

Os danos à produtividade de grãos causados por BYDV-PAV foram significativos (Tabela 1, Figura 3). Na média, considerando as quatro testemunhas e os quatro genótipos duplo propósito, houve redução de 56,2% no peso de grãos por vaso. Nas testemunhas intolerantes, Embrapa 16

e BR 14 o dano foi de 63,4% e 77,1%, respectivamente. Nas testemunhas tolerantes, BR 35 e BRS Timbaúva o dano foi de 44,0% e 48,3%, respectivamente. Entre os genótipos em análise a maior redução a produtividade de grãos observada foi de 73,4% (BRS Tarumã) e a menor de

31,0% (PF 060140). Na presença do vírus, a produtividade de BRS Tarumã foi de 5,6 g/vaso, a mais baixa entre todos os genótipos analisados, abaixo inclusive da testemunha intolerante de menor produtividade (BR 14). No extremo

oposto, a linhagem PF 060140 atingiu na presença do vírus a maior produtividade entre os genótipos em análise (31,3 g/vaso), superando a testemunha tolerante BRS Timbaúva (21,5 g/vaso).

Tabela 1. Genótipos de trigo, genealogia, nota média da avaliação visual da reação ao BYDV-PAV, produtividade das plantas não inoculadas (NI) e inoculadas (I) e dano%. Passo Fundo, 2015.

Genótipo	Genealogia	Nota	NI	I	Dano%
PF 060140	BRS 194/PF 940266	1,8	45,3	31,3 a*	31,0
BRS Timbaúva	BR 32/PF 869120	1,9	41,5	21,5 b	48,3
BR 35	IAC 5*2/3/CNT 7*3/Londrina//IAC 5/Hadden	1,6	35,4	19,8 b	44,0
PF 010066	Coker 80.33/BRS 194	2,4	36,6	17,8 bc	51,4
Embrapa 16	Hulha Negra/CNT 7//Amigo/CNT 7	3,7	39,7	14,5 bcd	63,4
BRS 277	OR 1/Coker 97.33	3,1	26,6	10,0 cde	61,4
BR 14	IAS 63/Alondra Sib//Gaboto/Lagoa Vermelha	5,0	33,7	7,7 de	77,1
BRS Tarumã	Century/BR 35	3,4	20,9	5,6 e	73,4

Genótipo – verde: cultivar padrão tolerante; vermelho: cultivar padrão intolerante; cinza: cultivares e linhagens em avaliação.

Nota – nota visual média obtida por comparação entre plantas inoculadas com as não inoculadas. 1 (verde escuro) = 0% a 20% de redução; 2 (verde claro) = 21% a 40% de redução; 3 (amarelo) = 41% a 60% de redução; 4 (laranja) = 61% a 80% de redução e 5 (vermelho) = redução superior a 81%.

NI - produção (g/vaso) para o tratamento “plantas não inoculadas” (para I e NI células em vermelho indicam produtividade abaixo da média - 1 desvio padrão e células em verde produtividade acima da média + 1 desvio padrão).

I - produção (g/vaso) para o tratamento “plantas inoculadas”.

Dano % = $(NI - I)/(NI) \times 100$; 0% a 20% (tolerante) verde escuro; 21% a 40% (moderadamente tolerante) verde claro; 41% a 60% (moderadamente intolerante) amarelo; 61% a 80% (intolerante) laranja e redução superior a 81% (altamente intolerante) vermelho.

* Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

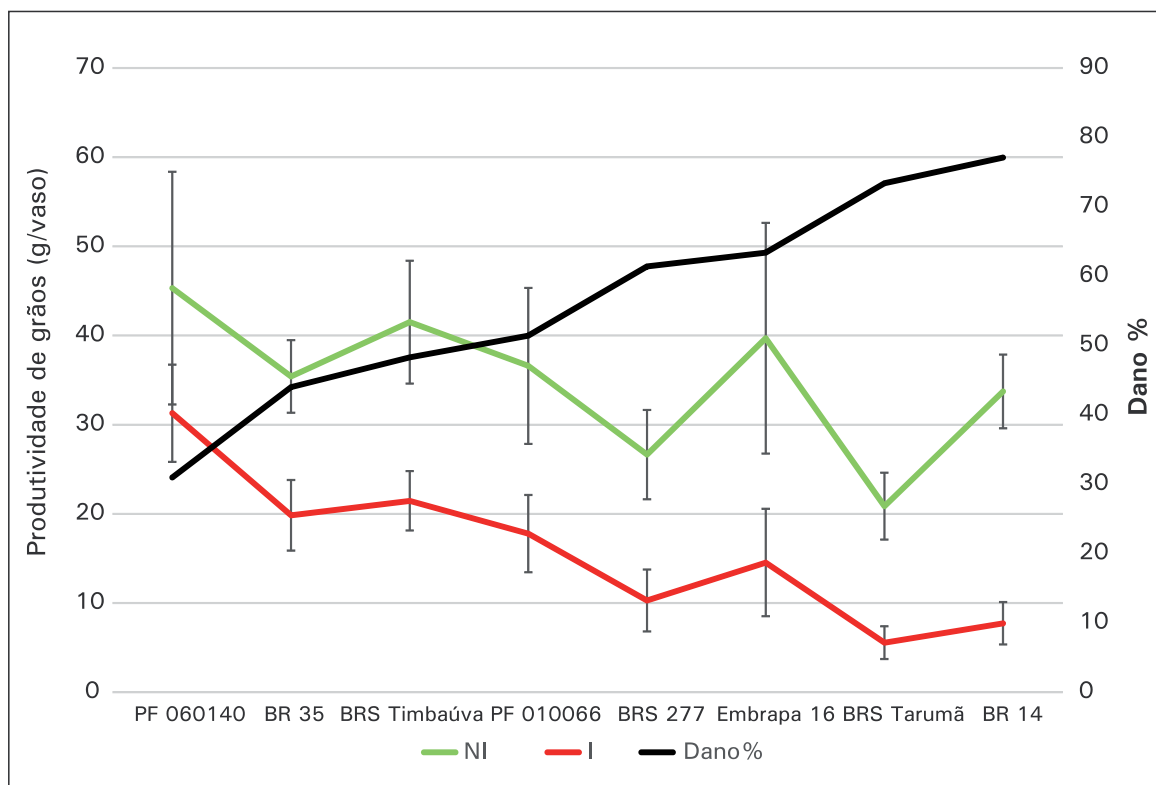


Fig. 3. Análise comparativa de genótipos de trigo quanto à produtividade de grãos na presença ou ausência de BYDV-PAV. Linha verde: produtividade média de grãos (g/vaso) para o conjunto de plantas não inoculadas (NI) por genótipo. Linha vermelha: produtividade média de grãos (g/vaso) para o conjunto de plantas inoculadas com BYDV (I) por genótipo. Linha preta contínua: Dano % médio estimado para o conjunto de genótipos em análise. Barras correspondem ao desvio padrão da média por genótipo.

A avaliação visual dos sintomas permitiu estimar com boa aproximação os danos % à produtividade de grãos ($r = 0,90$) (Figura 4A), muito embora o dano % observado não esteja exatamente dentro da faixa de dano % prevista pela nota. Sobretudo para as notas mais baixas, houve uma subestimativa do dano % observado. Para a produtividade de grãos, a correlação entre o conjunto de plantas não inoculadas e o conjunto de plantas inoculadas foi de 0,85 e a correlação destes dois grupos com o dano percentual estimado foi de -0,96 (para plantas inoculadas) (Figura 4B) e -0,70 (para plantas não inoculadas). Portanto, a maior parte do dano foi

explicada pela redução da produção nas plantas inoculadas.

Conclui-se que a inoculação com vírus não causou danos de igual intensidade nos genótipos analisados. A PF 060140 foi considerada moderadamente tolerante ao BYDV- PAV, recomendando-se sua utilização como uma fonte de tolerância promissora para esse vírus. PF 010066 com dano de 51% foi classificada como Moderadamente Intolerante. BRS 277 e BRS Tarumã com danos acima de 60% foram classificadas como Intolerantes.

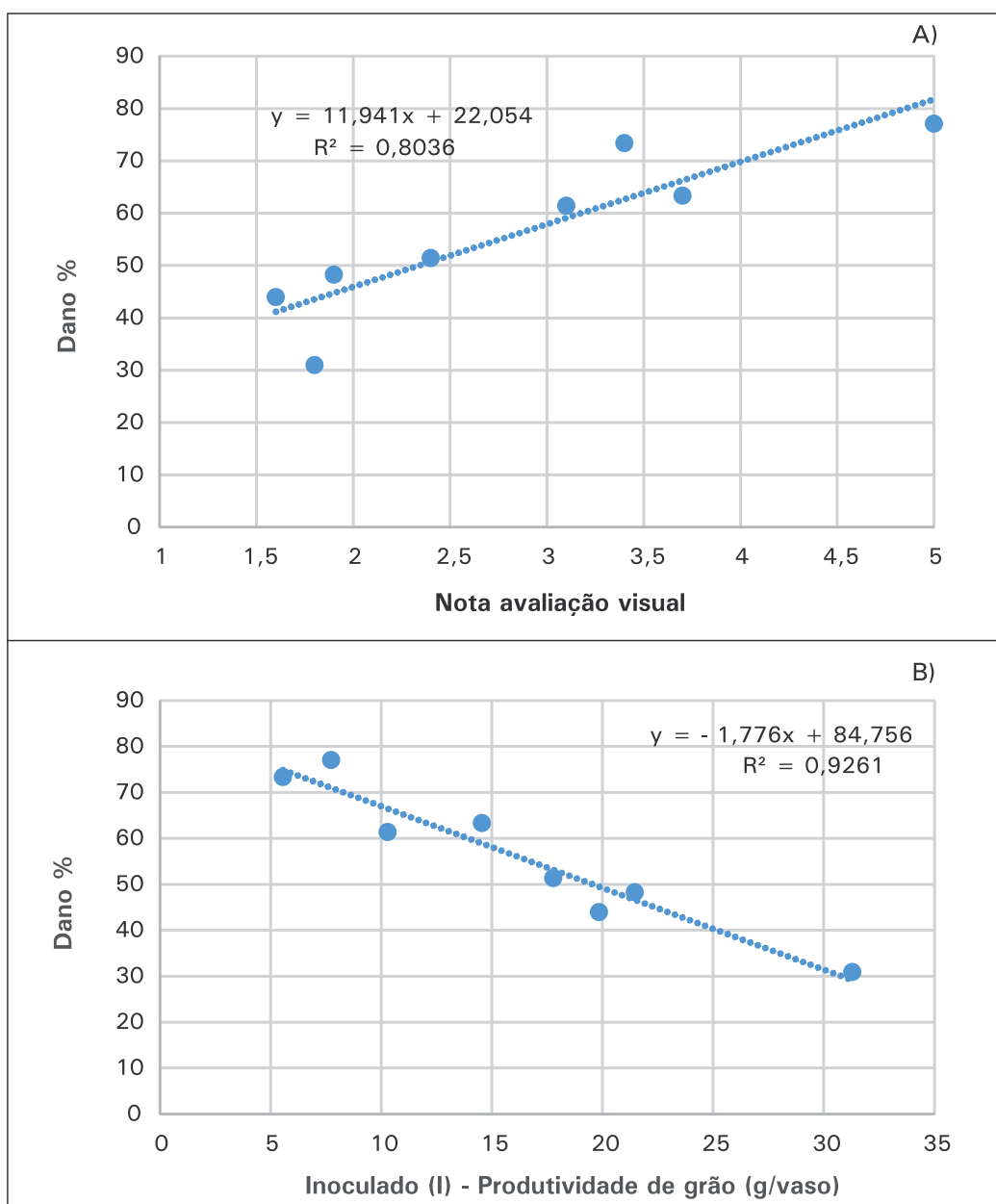


Fig. 4. Relação entre as variáveis analisadas para avaliação da tolerância de genótipos de trigo ao BYDV-PAV. A) Correlação entre avaliação visual de sintomas e dano % à produtividade de grãos, B) Correlação entre a produtividade médias do conjunto de plantas inoculadas (I) com o dano percentual.

Referências

- BARBIERI, R. L.; CARVALHO, F. I. F.; BARBOSA-NETO, J. F.; CAETANO, V. R.; MARCHIORO V. S.; AZEVEDO, R.; LORENCETTI, C. Análise dialélica para tolerância ao vírus do nanismo-amarelo-da- cevada em cultivares brasileiras de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 1, p. 131-135, 2001.
- BIANCHIN, V. **Ocorrência do Barley yellow dwarf virus e Cereal yellow dwarf virus, transmissibilidade do BYDV-PAV pelo pulgão *Rhopalosiphum padi* e reação de cultivares de trigo ao complexo Vírus/ Vetor**. 2008. 107 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo.
- BURNETT, P. A.; COMEAU, A.; QUALSET, C. O. Host plant tolerance or resistance for control of Barley yellow dwarf. In: D'ARCY, C. J.; BURNETT, P. A. (Ed.). **Barley yellow dwarf: 40 years of progress**. St Paul: American Phytopathology Society, 1995. p. 321-343.
- CAETANO, V. R. Nota prévia sobre a ocorrência de uma virose em cereais de inverno no Rio Grande do Sul. **Revista da Sociedade Brasileira de Fitopatologia**, Brasília, DF, v. 2, n. 2, p. 53-66, 1968.
- CAETANO, V. R. **Estudo sobre o vírus do nanismo amarelo da cevada, em trigo, no Rio Grande do Sul**. 1972. 75 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", Piracicaba.
- CASTRO, R. L. de; CAIERAO, E.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. dos; FAÉ, G. S.; SÓ E SILVA, M.; SCHEEREN, P. L. Breeding program for dual purpose wheat in Brazil. In: INTERNATIONAL WHEAT CONFERENCE, 9., 2015, Sydney. **Program and abstracts...** Sydney: University of Sydney, 2015. p. 75. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/130751/1/ID-43245-2015-IWCPPosterPO58.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2016.
- CEZARE, D. G.; SCHONS, J.; LAU, D. Análise da resistência e da tolerância da cultivar de trigo BRS Timbaúva ao *Barley yellow dwarf virus* – PAV. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, DF, v. 36, n. 4, p. 249-255, 2011.
- COOPER, J. I.; JONES, A. T. Response of plants to viroses: proposal for use terms. **Phytopathology**, St. Paul, v. 73, n. 2, p. 127-128, 1983.
- LAU, D.; PEREIRA, P. R. V. da S.; SALVADORI, J. R.; SCHONS, J.; PARIZOTO, G.; MAR, T. B. **Ocorrência do Barley/Cereal yellow dwarf virus e seus vetores em cereais de inverno no Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e Mato Grosso do Sul em 2008**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 10 p. html. (Embrapa Trigo. Comunicado técnico online, 256). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/co/p_co256.htm>.
- LAU, D.; REBONATTO, A.; PARIZOTO, G.; PEREIRA, P. R. V. da S.; SALVADORI, J. R.; SCHONS, J.; BIANCHIN, V. *Barley yellow dwarf virus* no Brasil: 40 anos de pesquisa. **Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 20, n. 122, p. 31-34, 2011.
- PARIZOTO, G.; REBONATTO, A.; SCHONS, J.; LAU, D. *Barley yellow dwarf virus* - PAV in Brazil: Seasonal fluctuation and biological characteristics. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, DF, v. 38, n. 1, p. 11-19, 2013.
- REBONATTO, A.; SALVADORI, J. R.; LAU, D. Temporal changes in cereal aphids (Hemiptera: Aphididae) populations in northern Rio Grande do Sul, Brazil. **Journal of Agricultural Science**, Toronto, v. 7, n. 1, p. 71-78; 2015.
- REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 8., 2014, Canela. **Informações técnicas para trigo e triticale - safra 2015**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 229 p. Editores técnicos: Gilberto Rocca da Cunha, Eduardo Caierão.

Comunicado Técnico, 356

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Trigo
Endereço: Rodovia BR 285, km 294
Caixa Postal, 3081
99050-970 Passo Fundo, RS
Fone: 54 3316-5800
Fax: 54 3316-5802
<https://www.embrapa.br/fale-conosco>

1ª Edição
Versão on-line (2016)

Comitê de Publicações

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Mercedes Concórdia Carrão-Panizzi

Vice-presidente: Leila Maria Costamilan

Membros:

Anderson Santi, Genei Antonio Dalmago,
Paulo Roberto Valle da Silva Pereira,
Sandra Maria Mansur Scagliusi,
Tammy Aparecida Manabe Kiihl,
Vladirene Macedo Vieira

Expediente

Tratamento das ilustrações: Fátima M. De Marchi

Editoração Eletrônica: Fátima Maria De Marchi

Normalização bibliográfica: Maria Regina Martins

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,

PECUÁRIA E ABASTECIMENTO
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA